

Defence-related Research Action - DEFRA

ACRONIEM: FORCES

Titel: FOundations for Reliable, CorrEct, and Secure robotic systems

Duur van het project: 01/12/2024 - 01/03/2029

Totaal budget: 1.789.929 €

Kernwoorden : Cyberbeveiliging,
Geheugenveiligheid, Code-transpilatie,
Defensierobotica, Evaluatie van de performantie,
Legacy-code

**waarvan bijdrage KHID:
1.663.033 €**

BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

Context

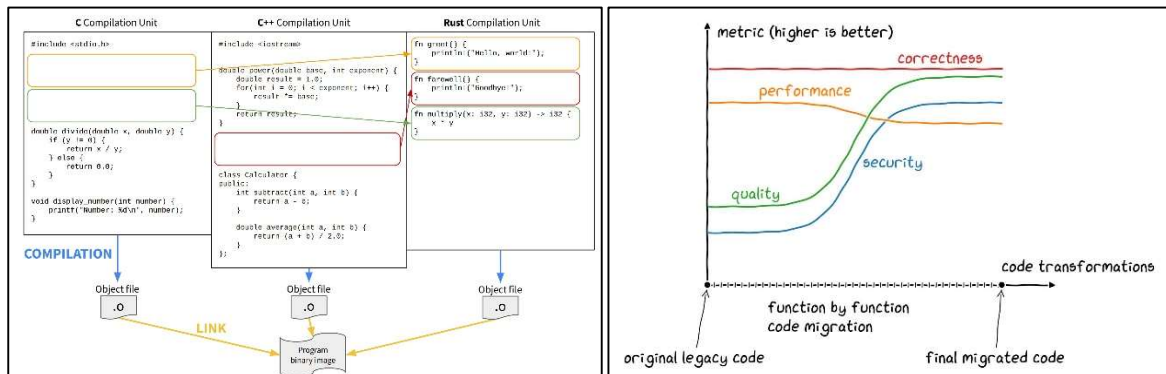
Het FORCES-project richt zich op de dringende noodzaak van meer beveiligde software in cyber-fysieke verdedigingssystemen. Legacy-programmeertalen zoals C en C++ domineren kritieke verdedigingssystemen, maar zijn inherent vatbaar voor geheugen-gerelateerde kwetsbaarheden, wat aanzienlijke veiligheidsrisico's met zich meebrengt. Moderne talen zoals Rust bieden een sterke oplossing door een beter beheer van het geheugen en door garanties te voorzien voor gelijktijdige uitvoering, terwijl ze een hoge performantie behouden. Deze transitie is cruciaal voor robotsystemen in het domein van de defensie, die een steeds belangrijkere rol spelen in verkenning en opruiming van mijnen. Deze systemen moeten rekening houden met strategische cyberveiligheid verdedigingsplannen om hun veiligheid en betrouwbaarheid tegen evoluerende cyberdreigingen te behouden. Door zich te richten op de migratie van legacy-systemen naar Rust, pakt FORCES deze kwetsbaarheden direct aan en draagt het bij aan het versterken van de weerbaarheid van kritieke verdedigingsinfrastructuur.

Algemene Doelstellingen

FORCES streeft naar verbetering van de veiligheid en operationele efficiëntie van verdedigingssystemen door:

1. Het ontwikkelen van **geautomatiseerde, nauwkeurige transpilatietechnieken om de migratie** van legacy C/C++-systemen naar Rust te vergemakkelijken. Deze methode minimaliseert handmatig werk en verbetert stapsgewijs de veiligheid van de code.
2. Het creëren van een **holistisch framework** dat beveiligingsanalyse, performantiemetingen en validatie in realistische scenario's omvat, zodat de gemigreerde systemen voldoen aan de strenge eisen van defensie.

3. Het aantonen van de toepasbaarheid van deze tools en methodologieën in diverse verdedigingsscenario's, zodat ze schaalbaar en aanpasbaar zijn voor toekomstige behoeften.



Methodologie

Het FORCES-project is georganiseerd in drie fasen:

1. **Fundamenteel Onderzoek (Jaar 1):** Ontwikkelen van de transpilatietheorie en definiëren van meetmethoden om correctheid, veiligheid, performantie en onderhoudbaarheid te evalueren.
2. **Prototypontwikkeling (Jaar 2):** Oplevering van een TRL 4-prototype van de transpilatietool en de validatie ervan in defensie-gerelateerde scenario's zoals robotsystemen en Linux kernel-drivers.
3. **Verfijning en Uitbreiding (Jaren 3–4):** Het verder verbeteren van de tool en evaluatie framework om TRL 5 te bereiken, en het toepassen van de methodologie op een breder aantal use cases om de effectiviteit ervan te demonstreren in realistische defensie-scenario's.

De structuur van het consortium zorgt voor een samenhangende en multidisciplinaire aanpak:

1. **VUB** brengt expertise in softwaretalen, codetransformatie en performantieanalyse. VUB leidt de ontwikkeling van de transpilatietool en evalueert de performantie in verdedigingsscenario's.
2. **RMA** biedt realistische use cases en stelt test cases op voor validatie. RMA's focus op militaire robotica garandeert de toepasbaarheid van de resultaten in een realistische operationele context.
3. **TBE** draagt bij met expertise in cyberbeveiliging, definieert beveiligingsmaatstaven en beoordeelt de veiligheid van de getranspileerde software. Het project wordt verder versterkt door defensie-gerelateerde use cases van TBE.

Potentieel Effect op Defensie

Het project heeft het potentieel om verdedigingssystemen te transformeren door:

1. **Beveiliging van Defensie-robotica:** Het verbeteren van de veiligheid van robotsystemen zoals onbemande grondvoertuigen (UGV's) en robotarmen, waarbij risico's van geheugen-kwetsbaarheden worden verminderd.
2. **Stimulering van Innovatie:** Het uitrusten van defensie-organisaties met geavanceerde tools en methodologieën voor veilige softwareontwikkeling.
3. **Kosteneffectieve Modernisering:** Het faciliteren van de migratie van legacy-systemen naar Rust, waarbij functionaliteit behouden blijft, terwijl kwetsbaarheden worden aangepakt.

4. **Verbreding van Adoptie:** Het demonstreren van de waarde van veilige programmeerpraktijken binnen defensie, met potentiële toepassingen in navigatiesystemen, communicatie-infrastructuur en operationele software.

Verwachte Eindresultaten

Het project zal de volgende resultaten opleveren:

1. **Een robuuste transpilatie tool** waarmee legacy C/C++-code naar Rust kan worden gemigreerd, wat resulteert in veiligere en efficiëntere verdedigingssystemen.
2. **Een gevalideerd evaluatie framework** met methoden om de correctheid, veiligheid, performantie en onderhoudbaarheid te meten.
3. **Validatie in realistische defensie-use cases**, die verbeterde veiligheid en performantie van robotsystemen aantonen.
4. **Kennisverspreiding** via publicaties in conferenties en tijdschriften met hoge impact, evenals workshops en demonstraties voor de betrokkenen bij defensie.
5. **Opleiding en capaciteitsopbouw** voor de partners in het consortium, waardoor hun expertise in cyberbeveiliging en veilige programmeerpraktijken wordt verbeterd.

Valorisatieperspectieven

Op korte termijn zal FORCES tools en methodologieën leveren om de onmiddellijke uitdagingen op het gebied van cyberbeveiliging in legacy-systemen aan te pakken. Workshops en publicaties zullen de bewustwording binnen de defensie-gemeenschap vergroten en adoptie bevorderen.

Op middellange termijn zullen de methodologieën en tools van het project bredere toepassingen vinden binnen defensie en daarbuiten, en invloed uitoefenen op veilige programmeerpraktijken in andere kritieke domeinen. De tool kan ook dienen als basis voor vervolgprojecten, waarbij de aanpak wordt uitgebreid naar andere programmeertalen en toepassingsdomeinen.

Door onmiddellijke uitdagingen aan te pakken en de basis te leggen voor toekomstige verbeteringen, sluit FORCES aan bij de strategische doelstellingen van defensie en toont het de waarde van veilige programmering van kritieke infrastructuur.

CONTACTINFORMATIE

Coördinator

Antonio Paolillo

Vrije Universiteit Brussel (VUB) / Software Languages Lab

antonio.paolillo@vub.be

Partners

Ken Hasselmann

Ecole Royale Militaire - Koninklijke Militaire School (RMA) / RAS-lab

ken.hasselmann@mil.be

Jonathan Pisane

Thales Belgium SA

jonathan.pisane@be.thalesgroup.com

LINK(S) NAAR PROJECT

<https://soft.vub.ac.be/forces/>

<https://mecatron.rma.ac.be/index.php/projects/forces/>